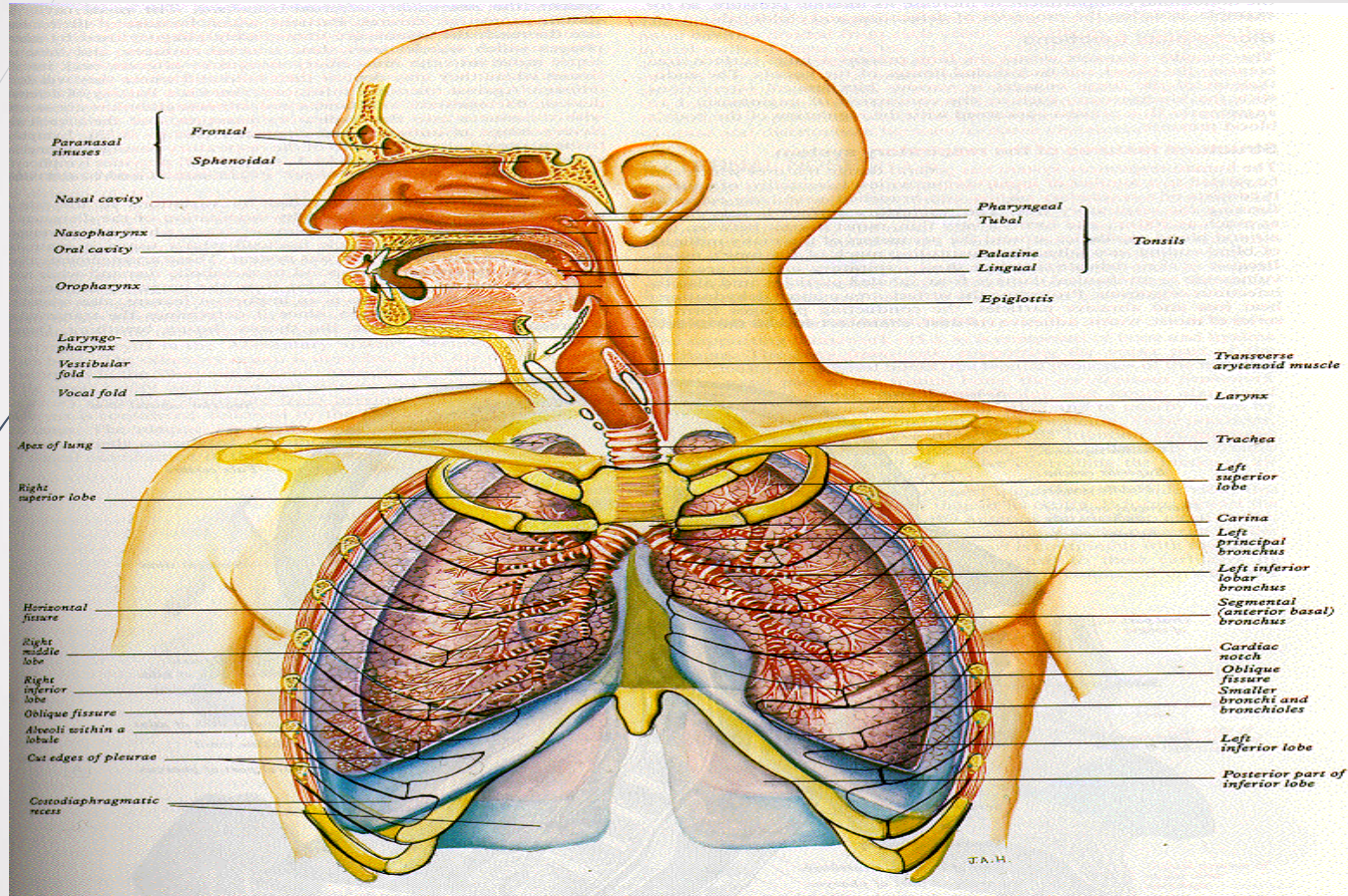


מערכת הנשימה



<https://www.youtube.com/watch?v=MYH9cWQXDCA>

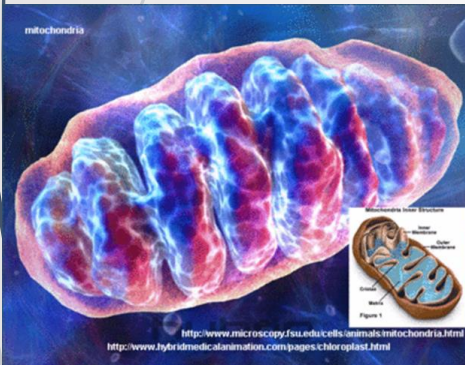
סרטון, שיעור על אברי הנשימה

מערכת הנשימה

נשימה חיצונית: הכנסת האוויר מהאטמוספירה לריאות

שחלוף גזים בין הריאות לנימי הדם

נשימה תאית: תהליך מעבר גזים בין הדם לתאים ותהליך החמצון הנעשה בתאים. מתרחשת במיטוכונדריה שבתא תוך מעורבות חמצן



תפקידי מערכת הנשימה

שמירה על תכולת הגזים (חמצן ופחמן דו חמצני) תקינה בדם.

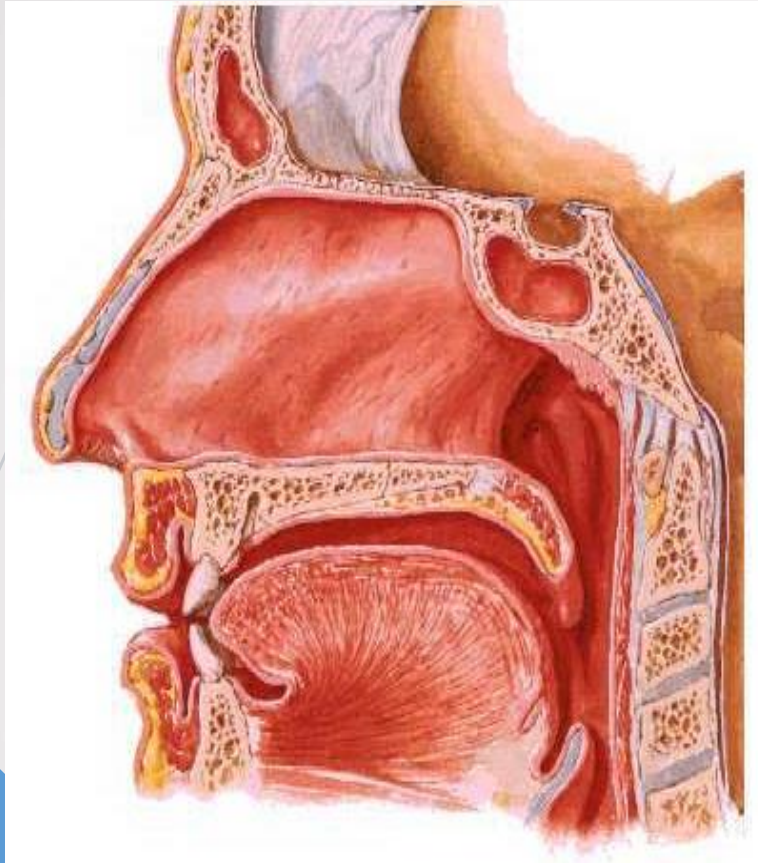
שמירה על המאזן בין חומצה לבין בסיס

שמירה על טמפרטורת גוף.

מבנה אנטומי של מערכת הנשימה



אברי נשימה עליונים



הלוע

חלל האף

לרינקס (גרון ובית הקול)

תפקיד אברים אלו:

ניקוי האוויר מהלכלוך (בעזרת ריסים והפרשת חומר רירי)

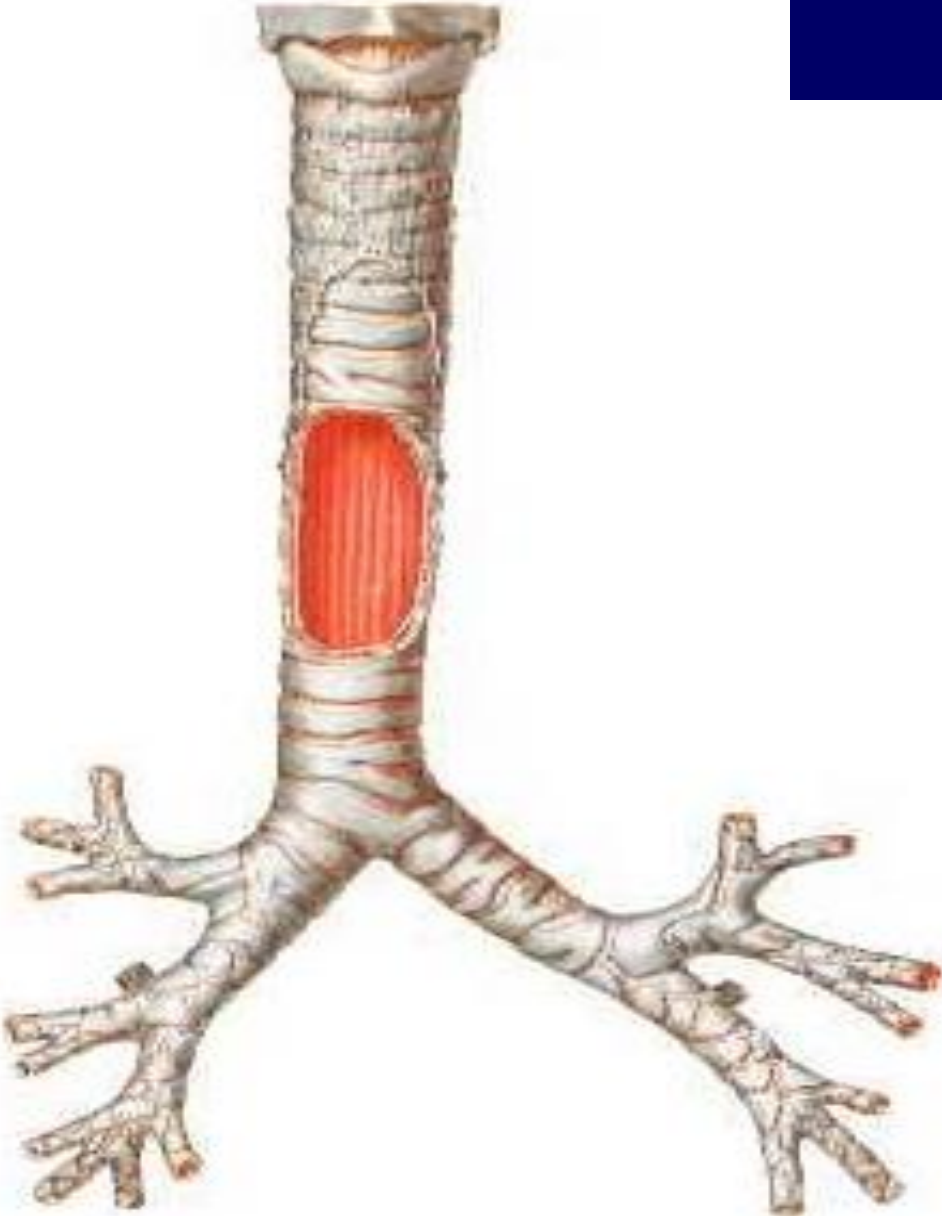
חימום האוויר לטמפ' הגוף

וליחוח (להעשיר בלחות) האוויר בדרכו לנאדיות .

אברי נשימה נוספים

קנה הנשימה, והסמפונות

חתך רוחבי של קנה הנשימה

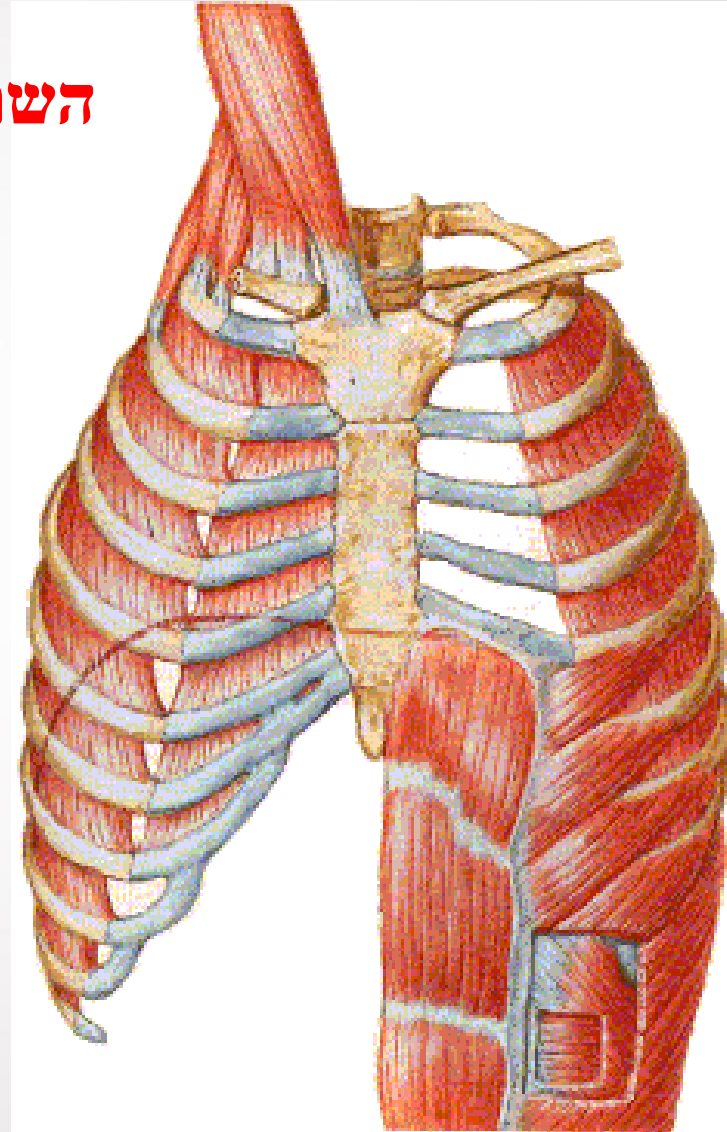
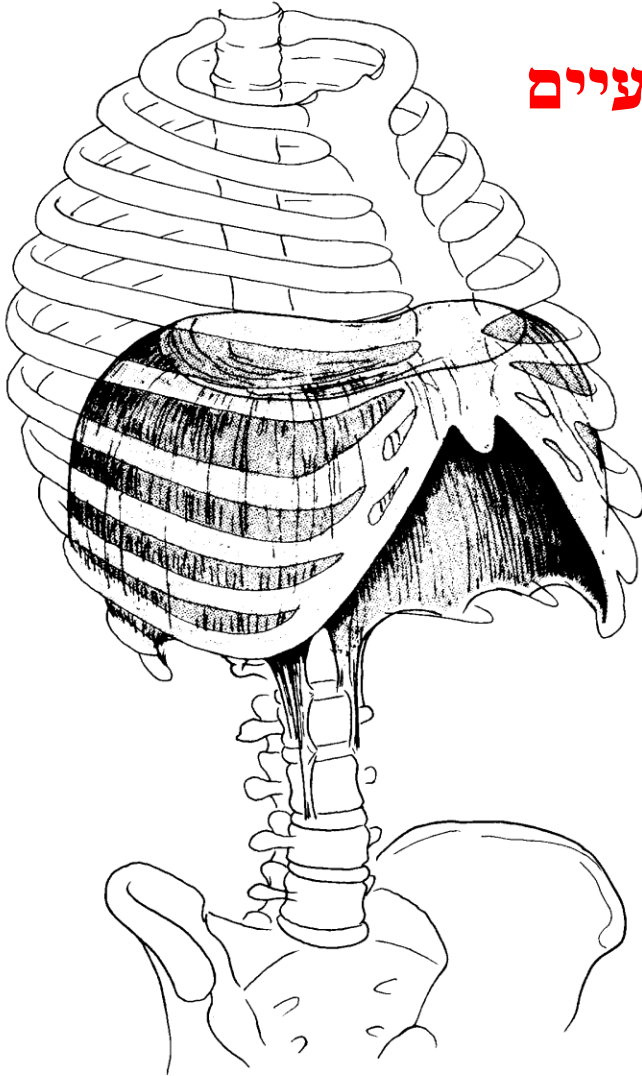


שרירי הנשימה

השרירים הבין צלעיים

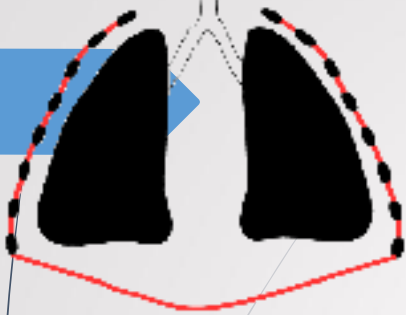
חזה קטן

וסרעפת



ורד מנוס - תיכון שהם

סרעפת

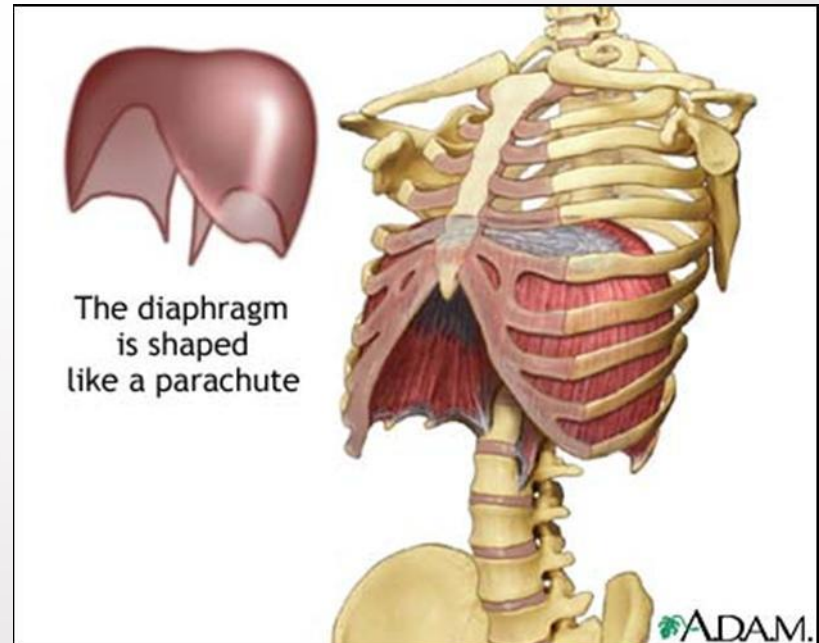
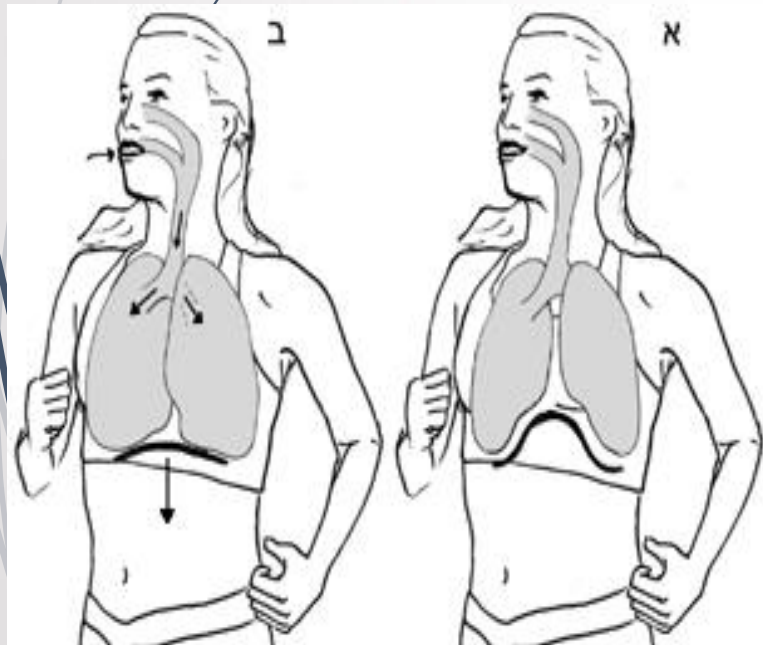


הסרעפת היא שריר הנשימה העיקרי הנראה כמו כיפה.

הסרעפת משמשת כ"מנוע" הגורם להתרחבות ולהתכווצות הריאות.

כשהיא מתכווצת- היא נהיית שטוחה ובכך מגדילה את נפח הריאות וגורמת לאוויר להיכנס לריאות.

כשהיא מתרפה: היא נהיית קמורה ואז האוויר יוצא.



הריאות

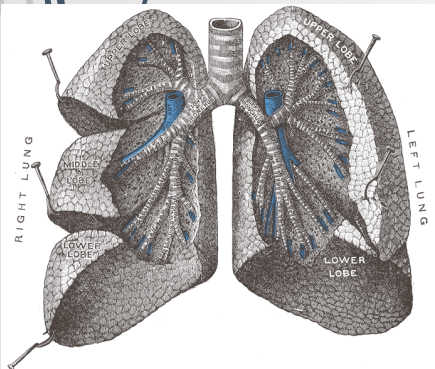
הריאות יוצרות את המשטח המקשר בין הדם ובין הסביבה החיצונית

הריאות מתחלקות לאונות בצד הימני 3 אונות ובשמאלי 2 אונות – כי הלב תופס מקום)

נפח האוויר 4-6 ליטר (מקביל לנפח כדור כדורסל)

שטח הפנים של הריאות גדול 60-80 מ"ר (מקביל לחצי מגרש כדורעף)

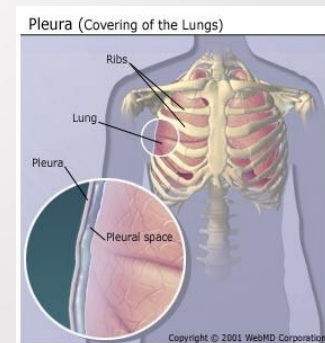
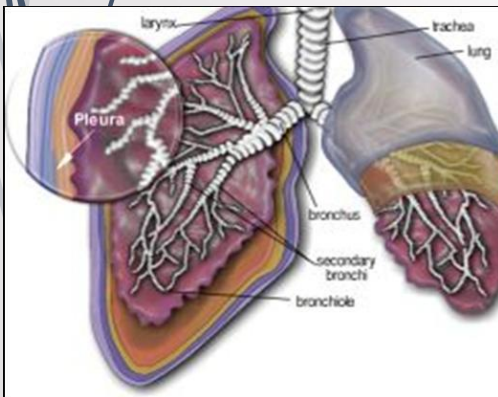
בריאות יש שני קרומים המכונים **צדר**, אחד צמוד לרקמת הריאה ושני צמוד לקירות בית החזה, הסרעפת ודפנות החלל שבו מצויים הלב וכלי הדם הגדולים.

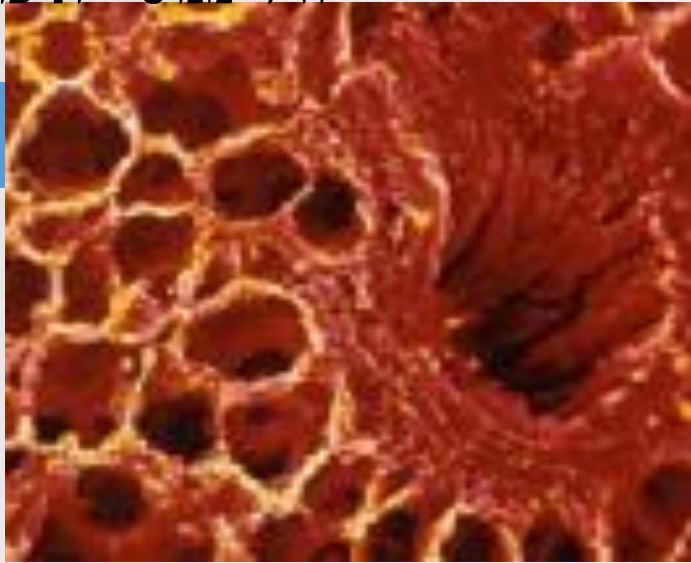


הצדר

כל ריאה עטופה בקרום דק מאוד- זהו הצדר. הצדר הוא בעצם קרום כפול: שכבה אחת עוטפת כל ריאה, והשכבה השנייה צמודה לבית החזה ולסרעפת.

שכבת הנוזל המצויה בין 2 שכבות הקרום, מצמידה את השכבות זו לזו על פי עיקרון של מתח פנים. וכאשר בית החזה עולה בזמן שאיפה, נמשך אליה קרום הצדר הפנימי וזה גורר אחריו את הריאות העטופות בקרום הפנימי. נוצר תת לחץ בריאות שגורם לאוויר מבחוץ לעבור אל הריאות.

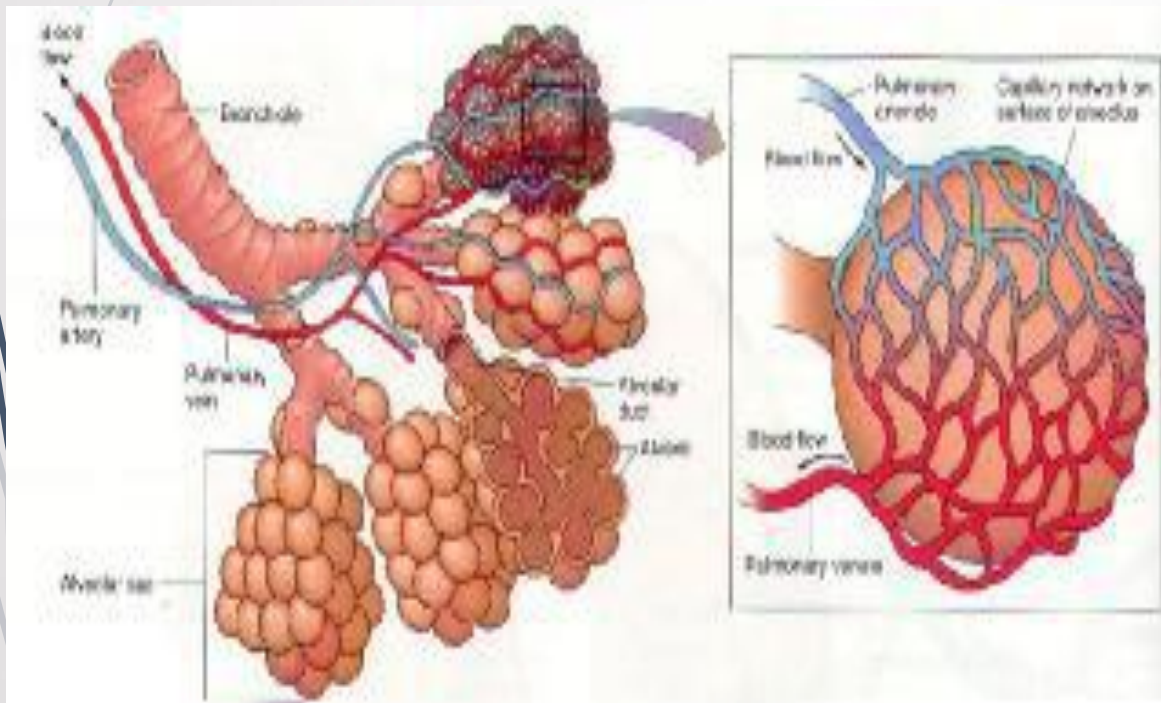




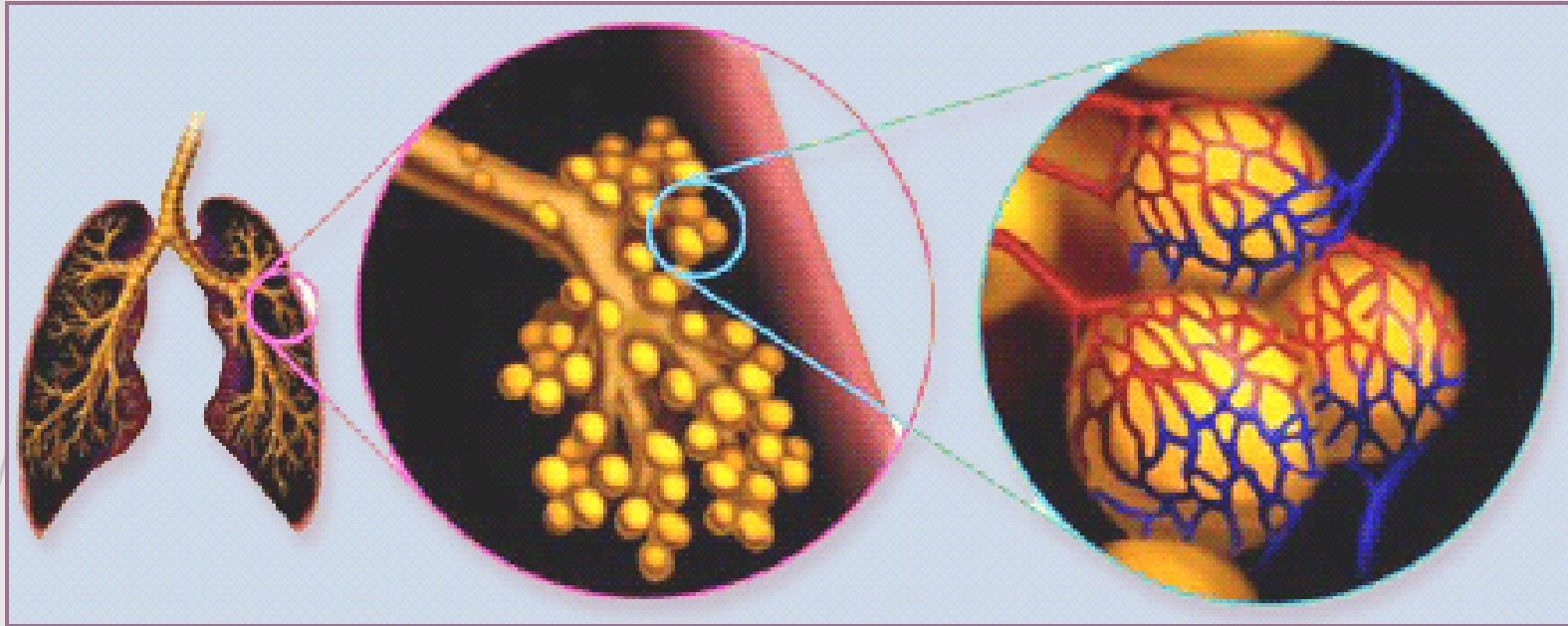
נאדיות הריאה

שקיות אויר קטנות
המצויות בקצה
הסימפוניות
בכל ריאה כמיליון
נאדיות (שטח פנים
גדול - 75 מ"ר!)

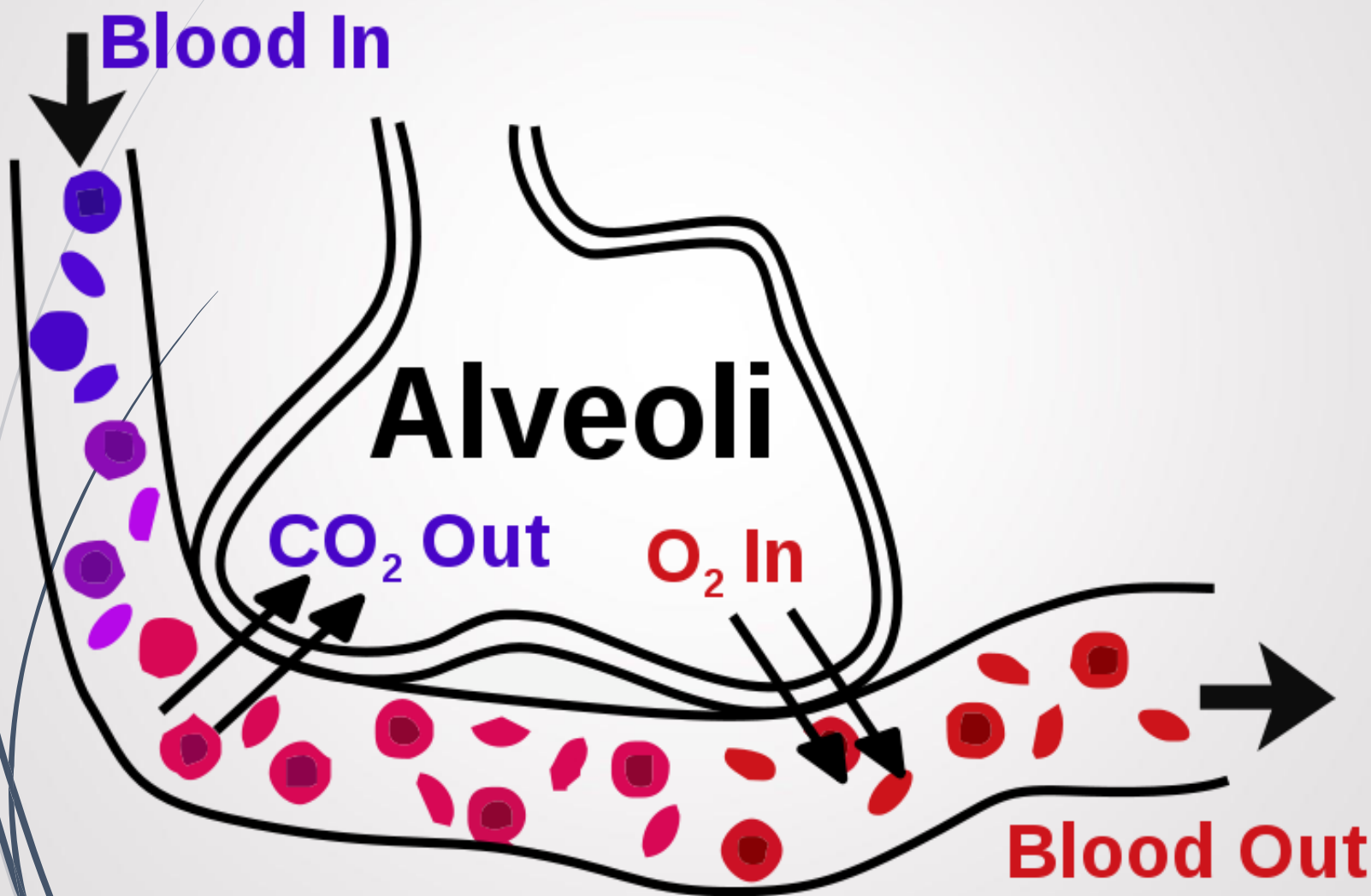
חילוף הגזים
מתבצע בין
הנאדיות לנימי
הדם העוטפים
אותם



ורד מנוס - תיכון שהם



מעבר חמצן ופחמן דו-חמצני בין נאדית הריאה לבין נימי הריאה



המכניקה של הנשימה

מנגנון האוורור

במערכת הנשימה הריאות צמודות באמצעות קרומי צדר לבית החזה.

כאשר הסרעפת יורדת כלפי מטה גדל נפח הריאות, לחץ האוויר קטן בהשוואה ללחץ האוויר שבסביבה החיצונית, ולכן יש כניסה של אוויר מבחוץ כלפי פנים.

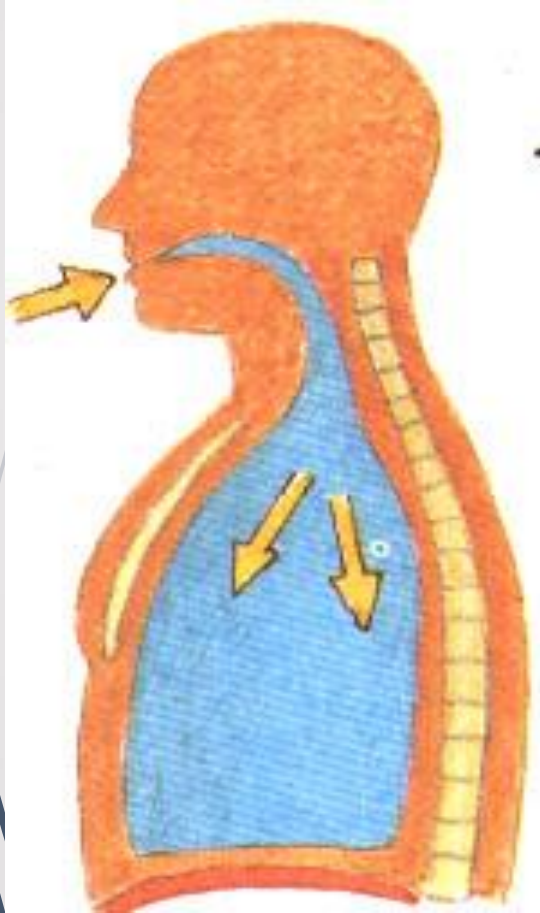
כאשר הסרעפת חוזרת למצב קמור הלחץ בריאות גדל ואוויר יוצא החוצה.

כל שינוי בנפח בית החזה גורם במקביל לשינוי בנפח הריאות ולחילוף גזים הנובע מכך.

השינויים בנפח בית החזה נוצרים במהלך השאיפה והנשיפה.

ורד מנוס - תיכון שהם

שאיפה



❖ הסרעפת מתיישרת (יורדת כלפי מטה).

❖ התכווצות השרירים הבין צלעיים גורמת להרמת הצלעות התחתונות.

❖ נפח בית החזה והריאות גדל.

❖ הלחץ בתוך בית החזה והריאות יורד.

❖ כתוצאה ממפל הלחצים הנוצר בין חלל הריאות לבין אוויר הסביבה נשאף לתוכן אוויר. זהו תהליך אקטיבי הצורך אנרגיה לפעולת השרירים.

שאיפה במנוחה ומאמץ:

שריר הסרעפת מתיישר.

תנועה זו גורמת לבית החזה לגדול.

הלחץ התוך ריאתי נעשה נמוך יותר מהלחץ האטמוספירי

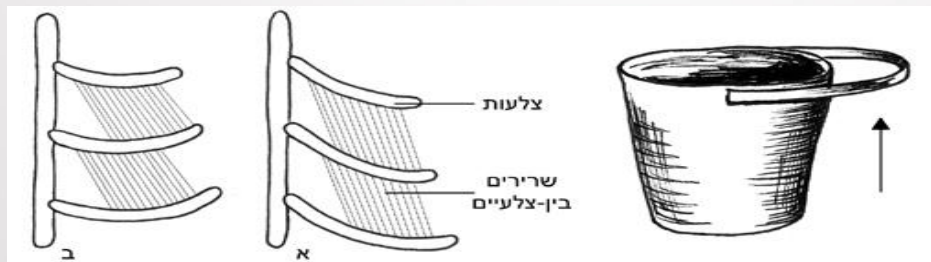
עקב כך אוויר נשאב לריאות דרך האף והפה.

השאיפה מסתיימת, כאשר התרחבות בית החזה נעצרת והלחץ התוך ריאתי משתווה ללחץ האטמוספירי.

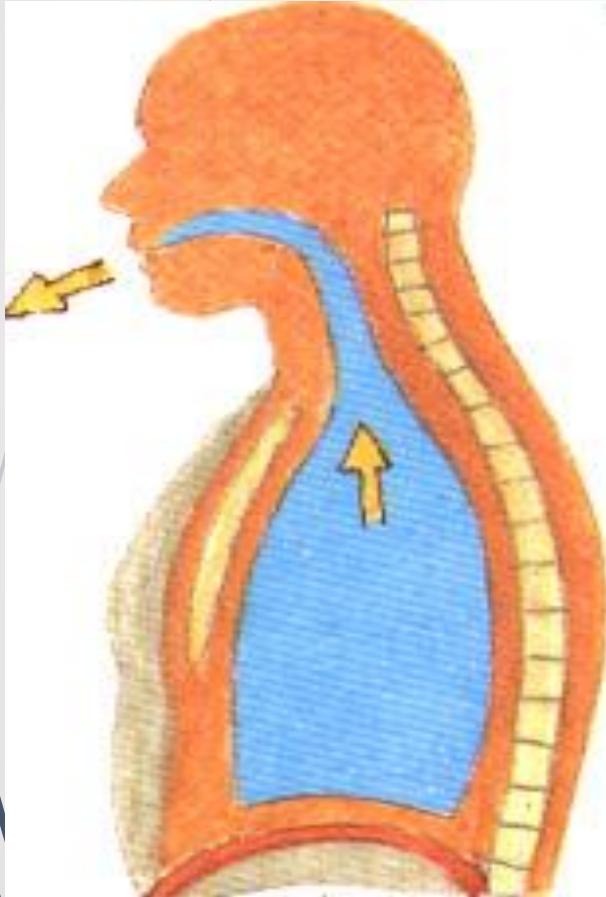
השרירים המשתתפים בשאיפה: סרעפת, שרירים הבין צלעיים ושריר חזה קטן.

במאמץ השרירים הבין צלעיים ושריר החזה הקטן מתכווצים

צלעות בית החזה מתרוממות מעלה (כמו ידית של דלי) ומגדילות עוד יותר את נפח בית החזה ועל ידי כך נכנס יותר אוויר בזמן השאיפה (גדל הנפח המתחלף)



נשיפה



❖ הנשיפה היא תהליך פסיבי, שאינו מצריך עבודת שרירים אלא הרפייתם בלבד.

❖ במצב מנוחה, הסרעפת רפויה. במצב זה הסרעפת קמורה, נפח בית החזה והריאות קטנים, לחץ האוויר בריאות גדל וכתוצאה מכך יוצא האוויר.

❖ דיבור, שיעול או פעילות גופנית גורמים לנשיפה מאומצת הדורשת אנרגיה.

❖ בזמן מאמץ שרירי הבטן והשרירים הבין צלעיים עוזרים. שרירי הבטן בהתכווצותם לוחצים על איברי חלל הבטן וגורמים לדחיקת הסרעפת כלפי מעלה והקטנת נפח בית החזה. השרירים הבין צלעיים הפנימיים, גורמים להורדה של הצלעות כלפי מטה ולהקטנה נוספת של נפח בית החזה.

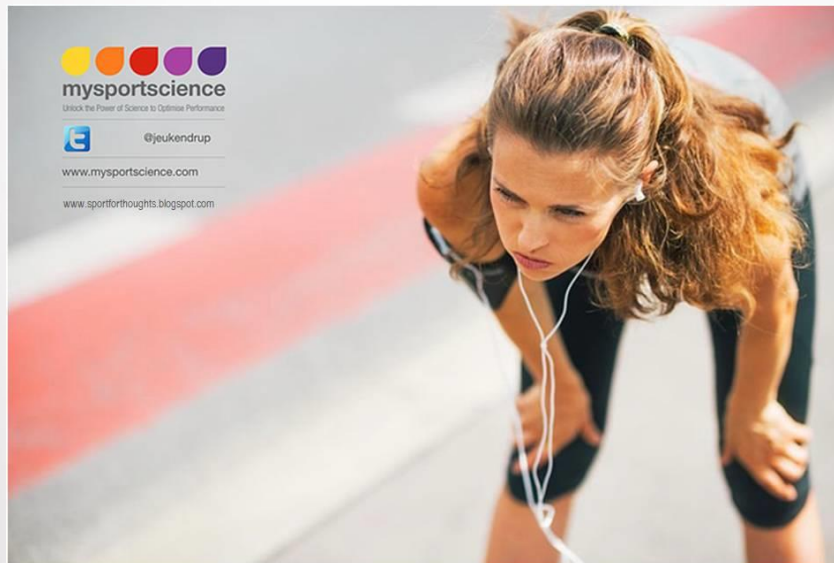
שלבי הנשימה

איברים / אוויר / לחץ	שאיפה	נשיפה
סרעפת	מתיישרת	מתקמרת
שרירים בין צלעיים	מתכווצים	מתרפים
צלעות	עולות	יורדות
קרומי פלאורה-צדר	נמתחים	מתכווצים
נפח הריאות	גדל	קטן
לחץ אוויר בריאה	יורד	עולה
אוויר	נכנס	יוצא

https://www.youtube.com/watch?t=8&v=8NUxvJS-_0k

סרטון על נשימה

לאחר מאמץ יש נטייה לאנשים להתכופף ולהישען על גדר או על ברכיהם.
תנוחה זו מפחיתה את האפקט המנוגד, שיש לכוח המשיכה על תנועת בית
החזה בעת תהליך השאיפה.
כתוצאה מכך יותר קל לשרירים הבין צלעיים להגדיל את נפח בית החזה
בנוסף, התנוחה מקלה את ההחזר הוורידים של הדם ללב.



נפחי הריאות סטטיים

קיבולת ריאה: נפח הכללי של הריאות 5.5-6 ליטר

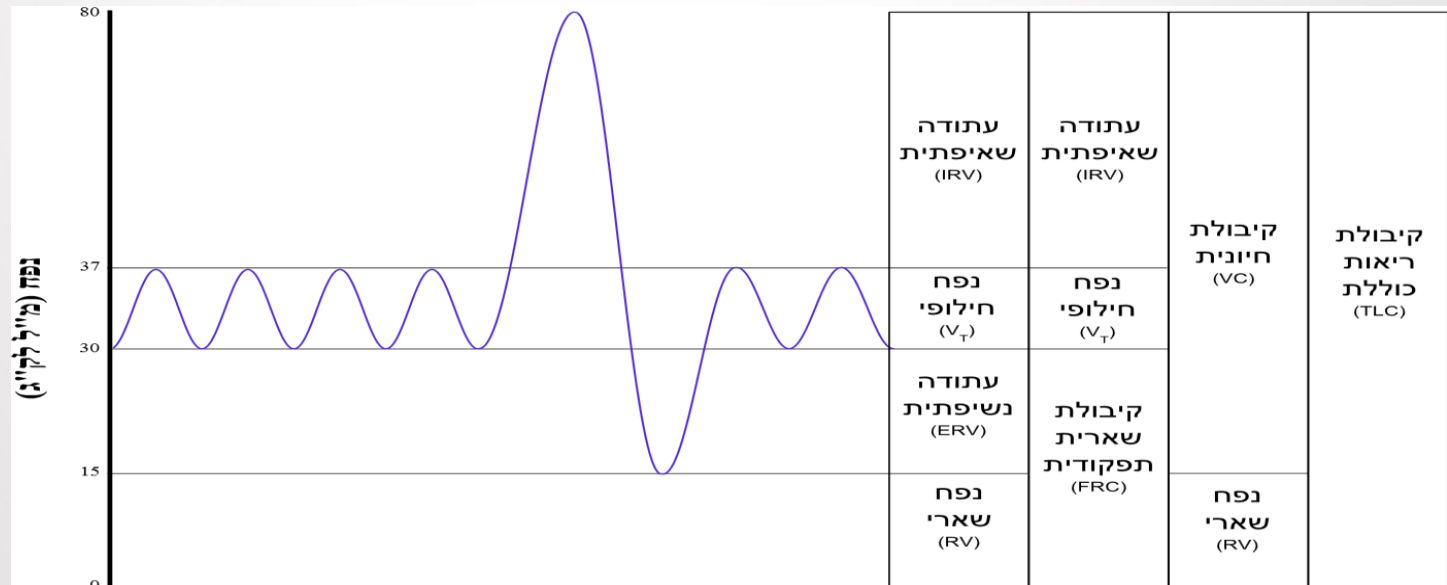
נפח ריאות מתחלף (V_t): נפח ריאתי של האוויר המתחלף במוצע בכל נשימה 0.4-1 ליטר.

נפח שאיפה רזרבי (IRV): נפח אוויר שניתן לשאוף מסוף שאיפה רגילה. 2.5-3 ליטר

נפח נשיפה רזרבי (ERV): נפח האוויר שניתן לנשוף מסוף נשיפה רגילה. 1-1.5 ליטר.

נפח שארית (RV): נפח האוויר שנשאר בריאות בתום נשיפה מרבית 1.2 ליטר.

קיבולת חיונית: קיבולת הריאה ללא נפח שארית 4-4.5 ליטר



אורור הריאות (Ve):

תנועה רצופה ומחזורית של אוויר אל תוך הריאות ומחוצה להן
נקראת אורור ריאתי.

אורור הריאות תלו בנפח האוויר שמאורור בכל נשימה (נפח
מתחלף V_t) ובתדירות הנשימה (f).

אורור ריאתי = נפח ריאות מתחלף X תדירות נשימות בדקה ,

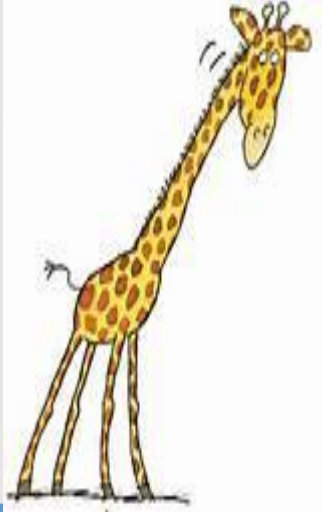
מהו האורור הריאות שלך?

נפח ריאות מתחלף ממוצע 0.5 ליטר.

במנוחה 6-7.5 ליטר בדקה כאשר נפח מתחלף 0.5 ליטר ותדירות
הנשימה 12-15 נשימות בדקה.

נפחי הריאות - המשך

נפח מת אנטומי: נפח אוויר המצוי בדרכי הנשימה ובפה שאינו תורם לחילוף הגזים בנאדיות. 150 מ"ל



למי יש נפח מת אנטומי גדול יותר לאדם או לג'ירף?
לג'ירף יש נפח מת אנטומי גדול יותר בגלל צווארו הארוך.

האורור הנאדיתי: זהו האורור בנאדיות הריאה.

אורור ריאתי = נפח מת אנטומי + האורור הנאדיתי

האוויר הננשף כולל אחוז חמצן גבוהה מהאוויר בנאדיות מאחר שלאוויר הננשף מתווסף האוויר שהיה בנפח המת, שבו לא היה מיצוי של חמצן.

במאמץ האם כדאי לנשום עמוק או להגביר את תדירות הנשימה?

הגברת עומק הנשימה דורש מאמץ משרירי הנשימה, לכן לכאורה עדיף לנשום מהר ושטחי אולם צריך לזכור שבכל מחזור נשימה אנו מאבדים 150 סמ"ק בנפח מת אנטומי, שאינו משתתף בחילופי הגזים. ולכן אנו צריכים להעלות בזמן מאמץ את האוורור הנאדיתי בכך שנעלה את עומק הנשימה.



מחלת נפחת הריאות - אמפיזמה

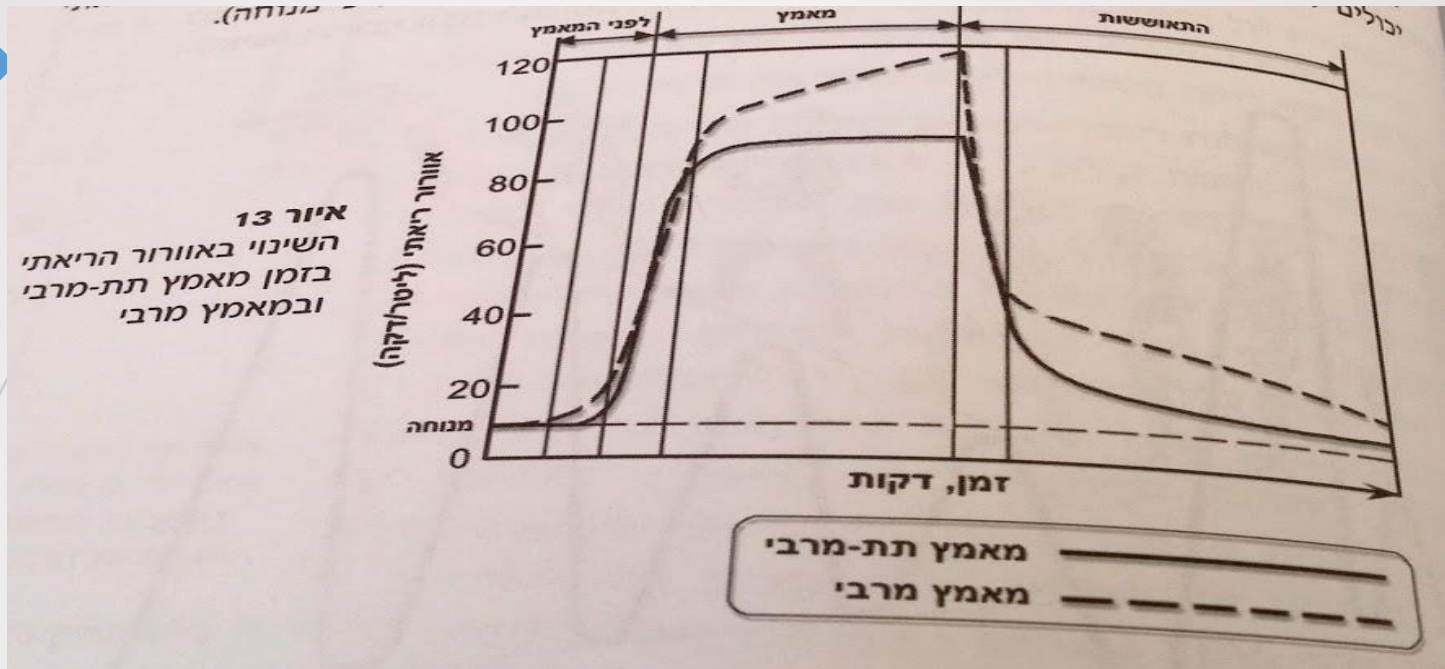
במחלה זו ישנם אזורים בריאה, שמאבדים את היכולת לחילוף גזים עם נימי הדם. מקרים אלו גורמים להגדלת הנפח בריאות, שבו לא מתקיים חילוף גזים.

נפח מת פיזיולוגי: סך כל הנפח במערכת הנשימה שבו לא מתקיים חילוף גזים, שכולל בתוכו גם את הנפח המת האנטומי.

באדם בריא הנפח המת האנטומי והפיזיולוגי שווה.

נפח שארית: בסוף נשיפה רצונית מרבית, נותר בריאות נפח של אוויר, המכונה נפח שארית, והוא שווה 1.2 ליטר

אוורור הריאות במאמץ



לפני תחילת המאמץ יש עליה קלה באוורור הריאות מהציפייה לקראת המאמץ.

תחילת המאמץ יש עליה גדולה ומיידי באוורור.

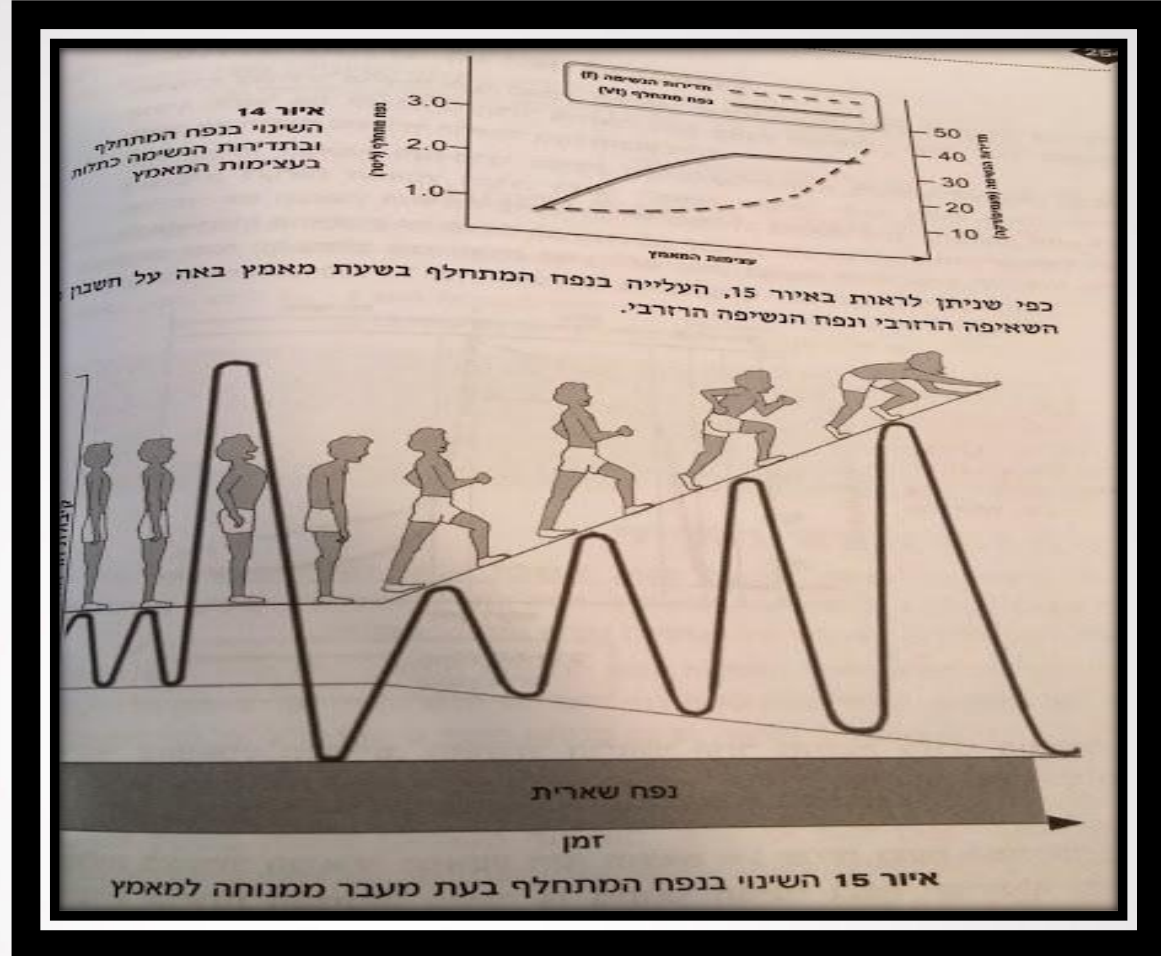
אם המאמץ תת מרבי העלייה נמשכת באופן מתון

ולבסוף ישנה התאזנות עד לסיום המאמץ

אם המאמץ מרבי העלייה באוורור נמשכת עד הגעה לתשישות (120-200 ליטר בדקה).

לאחר המאמץ האוורור חוזר בהדרגה לערכי מנוחה.

ורד מנוס - תיכון שהם



בדרגות מאמץ נמוכות העלייה באוויר הריאות בעיקר על ידי עלייה בנפח המתחלף תוך שינוי לא גדול בקצב הנשימה.

ככל שעצימות המאמץ גדלה, פוחתת העלייה בנפח המתחלף ובולטת העלייה בתדירות הנשימה.

בעלייה בנפח המתחלף בשעת מאמץ באה על חשבון נפח השאיפה הרזרבי ונפח השאיפה הרזרבי (הרזרבה הנשימתית).

נפחי ריאות דינמיים

ככל שמשך המילוי של הריאות בנפח מתחלף נתון יהיה קצר יותר, כך ניתן יהיה לבצע תדירות גבוהה יותר של נשימות, והאורור הריאתי יהיה גדול יותר.

האורור הריאתי תלוי במהירות זרימת האוויר מחוץ לריאות ואליהן יותר מכמות האוויר המוכנסת בנשימה אחת.

מהירות זרימת האוויר מושפעת מהתנגדות דרכי הנשימה, בית החזה ורקמת הריאה, לשינויים במבנה שלהם בזמן הנשימה.

מבחני תפקוד ריאות

FEV1 (forced expiratory volume in 1 sec') בודק את נפח האוויר המרבי שיכול להינשף בשנייה הראשונה, משקף את ההתנגדות הכללית לתנועת האוויר בריאות.

תקין 85% מהקיבולת החיונית ננשפים בשנייה הראשונה

מחלה קשה 70% מהקיבולת החיונית בשנייה הראשונה.

מחלות אמפיזמה או אסתמה יכול להגיע ל-40% מהקיבולת החיונית

בשנייה הראשונה

MVV (maximal voluntary ventilation) בודק את האוורור המרבי הרצוני. המבחן דורש נשימות עמוקות ומהירות במשך 15 שניות. התוצאה מוכפלת ב-4 ומקבלים נפח מרבי בדקה.

תקין ללא מאומן 140-180 ליטר לדקה, ספורטאי סבולת מגיע לערכים גבוהים יותר

האוורור הרצוני המרבי של אדם לא מאומן צפוי להיות נמוך מזה של אדם מאומן (באותו גיל ומין)

חולה במחלה חסימתית יכולים להשיג כ-40% מהערך של אדם רגיל.

האם אוורור ריאתי מהווה גורם מגביל במאמצים מרביים?

- אנשים בריאים שאינם ספורטאי סיבולת ברמה גבוהה, אינם מנצלים את כל מלוא הפוטנציאל של אוורור הריאות שלהם במאמץ, ויש להם רזרבה נשימתית. ולכן מערכת הנשימה אינה מהווה גורם מגביל.
- ספורטאי סיבולת לעיתים, במאמץ מרבי, מנצלים את מלוא היכולת של מערכת הנשימה ולא תהיה להם רזרבה נשימתית. במצבים אלו ניתן לראות את תפקוד מערכת הנשימה כגורם המגביל את ההגעה להישגים טובים יותר.

האם מחלת השפעת משפיעה על דרכי הנשימה?

→ הפרשת הליחה המוגברת והדלקת המתרחשת לעיתים בדרכי הנשימה בעת מחלת השפעת יעלו את החסימתיות של דרכי הנשימה. הדבר יתבטא בירידה בערכים של נפחי הריאה הדינמיים כמו הנפח החיוני, שיכול להינשף בשנייה הראשונה (מבחן FEV1)

תהליכי חילוף גזים

חילוף גזים מתבצע:

בנאדיות

בין הדם לרקמות (רקמת שריר)

בתהליך דיפוזיה.

גזים נמצאים בתנועה מתמדת. הם מתנגשים זה בזה ובקירות הכלי

שבו הם נמצאים. ההתנגשויות יוצרות לחץ

לחץ חלקי: הלחץ שנוצר על ידי גז מסוים

מפל הלחצים של חמצן ופחמן דו חמצני

הלחץ החלקי של חמצן גדול בנאדיות וקטן בנימי הדם המלפפים אותן, בעוד שלגבי פחמן דו חמצני המצב הפוך

ברקמת השריר הלחץ החלקי של החמצן בנימי הדם גדול יותר מאשר בתוך סיבי השריר. הלחץ החלקי של פחמן דו חמצני גדול בסיבי השריר וקטן בנימי הדם.

משך הזמן שבו שווה הדם בנימי הריאה במנוחה הוא כ $\frac{3}{4}$ שנייה.

הדיפוזיה מתרחשת במהירות גבוהה. ניתן להשתמש בחמצן גם כשמהירות זרימת הדם גדלה בזמן מאמץ (שליש שניה).

גורמים המשפיעים על חילוף גזים

- לחץ חלקי של פחמן דו חמצני וחמצן.

- מספר תאי הדם האדומים

- כמות המיוגלובין בתאי השריר (נמצא בשרירי שלד ובדומה להמוגלובין הנמצא בתאי דם האדומים, הוא נקשר לחמצן ועוזר להעבירו מקרום תא השריר למיטוכונדריה).

- שטח הפנים שזמין לדיפוזיה. (בעת מאמץ מרבי גדלה פי שלושה כמות הנימים הפתוחים בשרירי השלד, שדרכם יכול החמצן לעבור בדיפוזיה).

העברת הגזים על ידי הדם

גזים מומסים: חמצן ופד"ח מומסים בכמות קטנה בדם (כמו במשקה מוגז כשפותחים את הבקבוק לחץ החלקי של הגז בבקבוק קטן)

כמות החמצן המומסת בדם כ 1.5%

כמות הפד"ח המומסת בדם כ 0.5%

נשיאת חמצן במבנה כימי אוקסיהמוגלובין: חלק גדול של חמצן נישא על ידי תאי הדם האדומים במצב של קשר כימי עם ההמוגלובין.

למולקולת ההמוגלובין מבנה מורכב הבנוי מיחידות "הם" המכילות ברזל ומיחידת חלבון הנקראת גלובין. החמצן נקשר לברזל שביחידת ה"הם" ויוצר אוקסיהמוגלובין.



שחרור החמצן מההמוגלובין

החלק הגדול של החמצן נישא על ידי תאי הדם האדומים במצב של קשר כימי עם ההמוגלובין.

הגורמים המגבירים בזמן מאמץ גופני את שחרור החמצן מההמוגלובין:

ירידה בלחץ החלקי של החמצן ברקמות

עליה בטמפרטורת הגוף

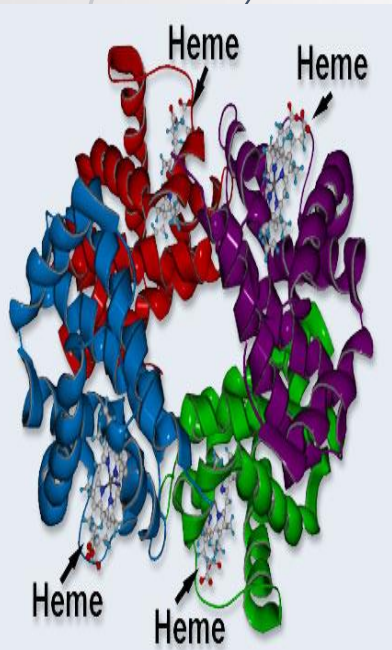
עליה בחומציות של נוזלי הגוף.

אפקט בוהר: כאשר הטמפ' בגוף עולה

לחץ חלקי CO_2 עולה

חומציות עולה

הקשר של ההמוגלובין וחמצן נחלש והחמצן משתחרר לשריר



מיצוי החמצן בשריר

הפרש בתכולת החמצן בין הדם העורקי לוורידי במנוחה הוא 5 מ"ל חמצן/100 מ"ל דם.

כמות החמצן שהשריר עושה בה שימוש לצורך הפקת אנרגיה, תלויה:
- בעוצמת המאמץ המבוצע.

- אחוז הסיבים הלבנים והאדומים בשרירים הפועלים

- ביכולת האירובית של האדם.

ככל שהיכולת האירובית גבוהה יותר, יפיק הספורטאי יותר אנרגיה במסלול האירובי במאמץ נתון, ולכן יעשה שימוש רב יותר בחמצן.

תכולת החמצן בדם עורקי ווריד

-הפרש בתכולת החמצן בין דם עורקי ווריד במנוחה בערך 5 מ"ל חמצן ב 100 מ"ל דם.

-במאמץ הפרש 12-15 מ"ל חמצן/ 100 מ"ל דם.

-כמות החמצן שהשריר עושה בו שימוש תלויה ב:

עוצמת המאמץ המבוצע

הרכבו הביוכימי של השריר (כמות סיבים לבנים ואדומים)

ביכולת האירובית של אדם.

ככל שהיכולת של אדם גבוהה יותר, יפיק הספורטאי יותר אנרגיה במסלול האירובי במאמץ נתון, ולכן יעשה שימוש רב יותר בחמצן.

ההפרש בתכולת החמצן בין דם עורקי לווריד משקף את מיצוי החמצן ע"י השרירים לצורך הפקת אנרגיה במסלול האירובי.

הובלת פד"ח בצורה כימית

- יוני ביקרבונט - בתאי הדם האדומים ישנו אנזים שמזרז את התגובה בין פד"ח למים. 65% מהפד"ח מועבר בצורה זו.
- קרבאמינו – חיבור כימי להמוגלובין (במקום שונה מהחמצן) 30% מהפד"ח מובל בצורה זו.

ויסות הנשימה

ויסות הנשימה נעשה בפיקוח מרכזים עצביים שבמוח המוארך הנמצא בגזע המוח.

הגירויים המשפיעים על ויסות הנשימה הם:

קולטני מתיחה בריאות

גירויים עצביים:

קולטנים הנמצאים בשרירים

ריכוז הפחמן הדו חמצני בדם (כשהוא עולה מעל 40 מ"מ כספית בעורקים)

גירויים כימיים:

ריכוז יוני המימן בדם

ריכוז החמצן בדם. (כשיורד מתחת ל 100 מ"מ כספית בנאדיות)

גירויים עצביים לוויסות נשימה

גירויים עצביים נוצרים בריאות, במרכזים הגבוהים של המוח, בשרירים ובגידים.

בריאות ישנם קולטני נשימה שאחראים על קצב הנשימה הלא מודע בזמן מנוחה.

מתיחה של הריאה גורמת לעיכוב השאיפה ועקב כך להיווצרות נשיפה שהנה פעולה פסיבית במנוחה.

במצבים רגשיים כמו מתח, חרדה, התרגשות וכן צפייה לקראת מאמץ גופני מואץ קצב הנשימה באמצעות מרכזים גבוהים הקשורים למרכז הנשימה.

קולטנים הנמצאים בשרירים, בגידים ובמפרקים הם שמשפיעים על מרכז הנשימה בתחילת המאמץ וגורמים לו להגביר את האוורור הריאתי.

גירויים כימיים לוויסות נשימה

הגירויים הכימיים המשפיעים על מרכז הנשימה הם:

שינויים בריכוז חמצן (במידה מועטה)

שינויים בריכוז פד"ח

שינויים בריכוז יוני המימן.

בקרת הנשימה נמצאת בעיקר במוח המאורך שבגזע המוח.

ירידה ברמתם של הפחמן הדו חמצני ויוני המימן גורמת לעלייה מיידית באורור הריאה.

עצירת נשימה

עצירת הנשימה תגרום לעליה בריכוז של הפחמן הדו חמצני בדם.

הדבר יגביר את התגובה הכימית שבין הפחמן הדו חמצני ובין המים והתוצאה תהיה העלאת רמתה של החומצה הפחמתית המתפרקת ליוני ביקרבונט וליוני מימן.

לכן...

בזמן עצירת נשימה רמת החומציות תעלה וה-PH ירד.

אווורור יתר לפני צלילה – היפרוונטילציה

הגירוי העיקרי להגברת האווורור הריאתי הוא רמת הפחמן הדו חמצני בדם.

אווורור יתר ממושך (היפרוונטילציה) גורם להורדת ריכוז הפחמן הדו חמצני בדם ומאריך את משך הזמן עד להגעתו לריכוז, שמהווה סף גירוי לפעולת הנשימה.

בצורה זו לפני צלילה בבריכה ניתן להאריך את משך השהייה מתחת למים עד להרגשת הכורח בנשימה.

בזמן מאמץ פעולה זו מסוכנת!!!

במאמץ צריכת החמצן מוגברת, היפרוונטילציה עלולה לגרום לירידה מהירה בלחץ החלקי של החמצן בנאדיות ולפגיעה במעבר של חמצן לדם.

הדבר עלול להתרחש עוד לפני, שמרכז הנשימה יגורה על ידי עלייה בריכוז הפחמן הדו חמצני להתחלת האוורור.

ירידה מוגזמת ברמת הפחמן הדו חמצני בדם עלולה לשבש את זרימת הדם למוח

אוורור יתר עלול להוריד את הלחץ החלקי של הפחמן הדו חמצני בנאדיות, וכתוצאה מכך גם את ריכוז יוני המימן והחומציות בנוזלי הגוף.

כל התופעות הנ"ל עלולות לגרום לאיבוד הכרה ולטביעה!!!

נשימה נכונה בצלילה

כאשר מחזיקים את האוויר בריאות רמת הפחמן הדו חמצני עולה בריאות ועקב כך בדם.

העלייה ברמת הפחמן הדו חמצני בדם מגרה את מרכז הנשימה, שגורם לדחף חזק לחזור ולנשום, כלומר להפסיק את הצלילה.

כאשר נושפים תוך הצלילה, רמת הפחמן הדו חמצני בגוף אינה עולה במהירות, ולכן הגירוי לביצוע נשימה מגיע בשלב מאוחר יותר.



תשובות לשאלות שבסוף פרק 3.1

- 1 התפקיד העיקרי של מערכת הנשימה הוא לשמור על תכולת גזים (חמצן ופחמן דו-חמצני) תקינה בדם. בנוסף, למערכת הנשימה תפקיד פעיל בשמירה על המאזן בין חומצה לבין בסיס בנוזלי הגוף ובשמירה על טמפרטורת הגוף. מערכת הנשימה כוללת את המבנים האנטומיים הבאים: אף, גרון, קנה הנשימה, סמפונות, ריאות ושרירי הנשימה (שרירים בין-צלעיים ושריר הסרעפת).
- 2 תהליך מעבר הגזים בין הדם לתאים ותהליך החמצון הנעשה בתאים.
- 3 מבנה האף גורם לחימום האוויר הנכנס למערכת הנשימה, ללחלוcho ולסינונו. כאשר אדם נושם דרך הפה, האוויר עובר דרך קצרה ורחבה יותר, והתפקידים האלה אינם מבוצעים במלואם.
- 4 בזמן שאיפה שריר הסרעפת מתכווץ ומתיישר. תנועה הזו גורמת לבית החזה לגדול. כתוצאה מכך האוויר בריאות מתפשט והלחץ שבתוכו, שנקרא לחץ תוך-ריאתי, נעשה נמוך יותר במעט מהלחץ האטמוספרי. עקב כך אוויר נשאב לריאות דרך האף והפה. השאיפה מסתיימת, כאשר התרחבות בית החזה נעצרת, והלחץ התוך-ריאתי גדל עד שהוא משתווה ללחץ האטמוספרי. בזמן מאמץ התכווצות השרירים הבין-צלעיים החיצוניים ושריר החזה הקטן גורמת לצלעות להתרומם מעלה, להתרחק מהגוף ולהגדיל עוד יותר את נפח בית החזה, ועל-ידי כך להעלות את הנפח המתחלף.
- 5 תנוחה זו מפחיתה את האפקט המנוגד, שיש לכוח המשיכה על תנועת בית החזה בעת תהליך השאיפה. כתוצאה מכך קל יותר לשרירים הבין-צלעיים להגדיל את נפח כלוב בית החזה. בנוסף, התנוחה מקלה את ההחזר הווריד של הדם ללב.
- 6 נפח האוויר המצוי בדרכי הנשימה ובפה שאינו תורם לחילוף הגזים בנאדיות. הנפח ה"מת" שווה בערך ל- 150 מ"ל. כאשר הנפח המתחלף נמוך עקב נשימות קצרות ושטחיות, חלק גדול מאוורור הריאות הוא נפח מת, והאוורור הנאדיתי קטן באופן יחסי. כאשר הנפח המתחלף גדול יותר (נשימות עמוקות), חלקו היחסי של הנפח המת יורד, וחלקו של האוורור הנאדיתי מכלל אוורור הריאות גדל.
- 7 לג'ירף מאחר שקנה הנשימה שלו ארוך מאוד, וכל האוויר שנמצא בו שייך לנפח המת האנטומי.

ורד מנוס - תיכון שהם

8 הגברת עומק הנשימה תובעת מאמץ משרירי הנשימה להתגבר על גמישות הריאה ובית החזה. לכן לכאורה עדיף להאיץ את קצב הנשימה (לנשום מהר ושטחי) מאשר להגדיל את עומק הנשימה. אולם יש לזכור שבכל מחזור נשימה אנו מבזבזים כ- 150 סמ"ק על נפח מת אנטומי, שאינו משתתף בחילופי גזים. אי לכך כדי להגדיל את האוורור הנאדיתי בזמן מאמץ כדאי להעלות את עומק הנשימה. חשוב לזכור שוויסות הנשימה הוא תהליך אוטומטי, וכמו רבים מתהליכי הוויסות והבקרה בגוף האדם גם הוא נעשה באופן אוטומטי.

9 ישנם מצבים שבהם האספקה הדמית, שמקבלות חלק מהנאדיות אינה מספקת לביצוע חילוף גזים יעיל. במצבים פתולוגיים מסוימים, כגון מחלת אמפיזמה (נפחת ריאות), ישנם אזורים בריאה, שמאבדים את היכולת לחילוף גזים עם נימי הדם. מקרים אלו גורמים להגדלת הנפח בריאות, שבו לא מתקיים חילוף גזים. סך כל הנפח במערכת הנשימה שבו לא מתרחש חילוף גזים, נקרא "נפח מת פיזיולוגי", שכולל בתוכו גם את הנפח המת האנטומי. באדם בריא הנפח המת האנטומי והפיזיולוגי שווים.

10 בסוף נשיפה רצונית מרבית נותר בריאות נפח של אוויר, המכונה נפח שארית, והוא שווה כ- 1.2 ליטר.

11 קיבולת הריאה משקפת את הנפח הכללי של הריאות, וערכיה מגיעים ל- 5.5 - 6 ליטרים. הקיבולת החיונית אינה כוללת את נפח השארית, וערכיה מגיעים ל- 4 - 4.5 ליטרים.

12 אוורור ריאתי הוא נפח האווריר המתחלף בריאות במשך דקה. היקף האוורור הריאתי נקבע על-ידי תדירות הנשימה והנפח המתחלף. אצל אנשים בריאים שאינם ספורטאי סבולת ברמה גבוהה, האוורור המרבי הרצוני הנעשה במנוחה גדול יותר מהאוורור הריאתי המרבי המושג בזמן מאמץ מרבי. כלומר, אדם שאיננו ספורטאי סבולת ברמה גבוהה לא ממצא את מלוא פוטנציאל האוורור הריאתי בעת מאמצים מרביים ויש לו רזרבה נשימתית.

13 הפרשת הליחה המוגברת והדלקת המתרחשת לעתים בדרכי הנשימה בעת מחלת השפעת יעלו את החסימתיות של דרכי נשימה. הדבר יתבטא בירידה בערכים של נפחי הריאה הדינמיים כמו הנפח החיוני, שיכול להינשף בשנייה הראשונה (FEV1).

14 השוני בלחץ החלקי נובע מכך שהאווריר הננשף כולל אוויר מהנאדיות ואווריר שהיה בנפח המת, שבו לא היה מיצוי של חמצן. אי לכך אחוז החמצן באווריר הננשף גבוה יותר מהאווריר שבנאדיות.

15 ההפרש משקף את מיצוי החמצן על-ידי השרירים לצורך הפקת אנרגיה במסלול האירובי. ההפרש בתכולת החמצן בין הדם העורקי לוורידים במנוחה הוא בערך 5 מ"ל חמצן/100 מ"ל דם, ובמאמץ מרבי 12 - 15 מ"ל חמצן/100 מ"ל דם. כמות החמצן שהשריר עושה בה שימוש לצורך הפקת אנרגיה, תלויה בעוצמת המאמץ המבוצע, באחוז הסיבים הלבנים והאדומים בשרירים הפועלים (פרופיל השריר = הרכבו הביוכימי של השריר) וביכולת האירובית של האדם. ככל שהיכולת האירובית גבוהה יותר, יפיק הספורטאי יותר אנרגיה במסלול האירובי במאמץ נתון, ולכן יעשה שימוש רב יותר בחמצן.

16 רמת החומציות תעלה וה- pH יירד. עצירת הנשימה תגרום לעליית הריכוז של הפחמן הדו-חמצני בדם. הדבר יגביר את התגובה הכימית שבין הפחמן הדו-חמצני ובין המים, והתוצאה תהיה העלאת רמתה של החומצה הפחמתית המתפרקת ליוני ביקרבונט וליוני מימן.

17 ויסות הנשימה נעשה בפיקוח מרכזים עצביים שבמוח המוארך הנמצא בגזע המוח. הגירויים המשפיעים על ויסות הנשימה הם:

- קולטני מתיחה בריאות
- קולטנים הנמצאים בשרירים, בגידים ובמפרקים
- ריכוז הפחמן הדו-חמצני בדם
- רמת יוני המימן בדם
- ריכוז החמצן בדם

18 הגירוי העיקרי להגברת האוורור הריאתי הוא רמת הפחמן הדו-חמצני בדם. אוורור-יתר ממושך (היפרונטילציה) גורם להורדת ריכוז הפחמן הדו-חמצני בדם ומאריך את משך הזמן עד להגעתו לריכוז, שמהווה סף גירוי לפעולת הנשימה. בצורה זו מאריכים הצוללנים את משך השהייה מתחת למים עד להרגשת הכורח בנשימה. הדבר מסוכן במיוחד בזמן מאמץ, כאשר צריכת החמצן מוגברת. מאחר שרגישותו של מרכז הנשימה למחסור בחמצן איננה גבוהה, עצירת הנשימה בעקבות אוורור-היתר עלולה לגרום לירידה מהירה בלחץ החלקי של החמצן בנאדיות ולפגיעה במעבר של חמצן לדם. הדבר עלול להתרחש עוד לפני, שמרכז הנשימה יגורה על ידי עליה בריכוז הפחמן הדו-חמצני להתחלת אוורור. ירידה מוגזמת ברמת הפחמן הדו-חמצני בדם עלולה לשבש את זרימת הדם למוח. בנוסף, אוורור-יתר עלול להוריד את הלחץ החלקי של הפחמן הדו-חמצני בנאדיות, וכתוצאה מכך גם את ריכוז יוני המימן והחומציות בנוזלי הגוף. התופעות שתוארו עלולות לגרום לאיבוד הכרה ולטביעה.

19 כאשר מחזיקים את האוויר בריאות רמת הפחמן הדו-חמצני עולה בריאות, ועקב כך בדם. העלייה ברמת הפחמן הדו-חמצני בדם מגרה את מרכז הנשימה, שגורם לדחף חזק לחזור ולנשום, כלומר להפסיק את הצלילה. כאשר נושפים תוך הצלילה, רמת הפחמן הדו-חמצני בגוף אינה עולה במהירות, ולכן הגירוי לביצוע נשימה מגיע בשלב יותר מאוחר.

20 ירידה בלחץ החלקי של החמצן ברקמות. עלייה בלחץ החלקי של הפחמן הדו-חמצני ברקמות. עלייה בטמפרטורת הגוף. עלייה בחומציות של נוזלי הגוף.